

מגמת הנדסה יישומית - כיתה י"א

מודולה 4: תכנות רחפן (Scratch / בלוקים)

יישום תוכנית הלימודים באמצעות UAVPROG Academy ורחפן Apex G149

מאגר שאלות ותשובות

מחבר:

מר אלי קפלן

עורכת:

ד"ר אמונה אבו-יונס עלי

ייעוץ מדעי ופדגוגי:

גב' אירנה אוצ'יטל

מר איתן גרוס

מפמ"ר המגמה:

מר שלומי אחנין

סמל מגמה: 1150

עדכון: אוגוסט 2026

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

מרכז המורים הארצי למקצועות הטכנולוגיים, מור-טק

הפרויקט מבוצע על ידי הטכניון עפ"י מכרז 22/11.2020

הפרויקט מבוצע עבור מינהל חדשנות וטכנולוגיה, אגף א' STEM, משרד החינוך

החומר יצא לאור במימון מינהל חדשנות וטכנולוגיה, אגף א' STEM, משרד החינוך ומינהלת מל"מ המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת זו. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בחוברת זו אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

תוכן עניינים

1	הנחיות כלליות
1	חלק א' – שאלות רב-ברירה
1	פרק 1 - מבוא לתכנות רחפנים באמצעות תכנות חזותי
2	פרק 2 - סביבת הפיתוח והתחברות לרחפן
3	פרק 3 - פקודות בסיסיות ותנועת הרחפן
3	פרק 4 - לולאות, משתנים ותכנון תוכניות
4	פרק 5 - תנאים ושימוש בנתוני חיישנים
5	פרק 6 - ניווט במרחב באמצעות מערכת צירים
6	פרק 7 - תכנון וביצוע מסלולי טיסה מתקדמים
6	פרק 8 - אינטגרציה, בדיקות ותיעוד
7	חלק ב' - שאלות פתוחות
7	פרקים 1-2: תכנון, חיבור ובטיחות
8	פרק 4 - לולאות ומשתנים
8	פרק 5 - תנאים וחיישנים
9	פרקים 6-7 - קואורדינטות ומסלול מתקדם
10	פרק 8 - אינטגרציה, בדיקות ותיעוד

הנחיות כלליות

- בכל שאלה רב ברירה מוצגות ארבע אפשרויות, ולאחריו התשובה הנכונה והסבר.
- בכל שאלה פתוחה מוצגת תשובה נכונה מוצעת; ניתן לקבל גם ניסוח אחר הכולל את אותם עקרונות מקצועיים.
- השאלות מבוססות רק על תוכנית הלימודים של מודולה 4 ועל נספח ב' ליישום באמצעות UAVPROG Academy ורופן Apex G149.

חלק א' – שאלות רב-ברירה

15 שאלות | יש לסמן תשובה אחת בלבד

פרק 1 - מבוא לתכנות רחפנים באמצעות תכנות חזותי

שאלה 1. מהו ההבדל הנכון בין אלגוריתם לבין תוכנית רחפן?

- אלגוריתם הוא רצף פעולות מתוכנן, ותוכנית היא המימוש שלו באמצעות בלוקים.
- אלגוריתם הוא אוסף הבלוקים, ותוכנית היא רק תיאור מילולי של המשימה.
- אלגוריתם מתאר את תוצאות הטיסה, ותוכנית מתארת רק את החיבור לרחפן.
- אין הבדל ביניהם, שני המושגים מתארים אותו דבר.

תשובה נכונה: א'

הסבר: אלגוריתם מתאר מה יש לבצע ובאיזה סדר. התוכנית מממשת את האלגוריתם באמצעות פקודות או בלוקים.

שאלה 2. מהו רצף העבודה המומלץ לפיתוח משימת טיסה אוטונומית?

- להפעיל את הרחפן, לבחור פקודות באקראי ולתעד רק את התוצאה הסופית.
- להגדיר מטרה, לתכנן רצף, לבנות בבלוקים, לבדוק בסביבה הווירטואלית, לתקן ורק אז לעבור לרחפן אמיתי.
- להריץ מיד ברחפן אמיתי ורק לאחר מכן לנסח תרשים זרימה.
- לכתוב את התוכנית פעם אחת ולהימנע משינויים כדי לשמור על אחידות.

תשובה נכונה: ב'

הסבר: תחילה מתכננים ובונים את התוכנית, בודקים אותה בסביבה הווירטואלית, מתקנים ורק לאחר מכן עוברים להרצה ברחפן אמית באזור בטוח.

פרק 2 - סביבת הפיתוח והתחברות לרחפן

שאלה 3. מהו תפקידה של תוכנת UAVPROG Link בעבודה עם UAVPROG Academy?

- א. ליצור תקשורת מקומית בין סביבת העבודה בדפדפן לבין הרחפן.
- ב. ליצור ולשמור את פרויקט התלמיד בענן.
- ג. לבנות את תוכנית הטיסה באמצעות בלוקים.
- ד. להציג בלבד את נתוני הסוללה של הרחפן.

תשובה נכונה: א'

הסבר: UAVPROG Link מקשרת בין סביבת העבודה בדפדפן לבין הרחפן. הצימוד מתבצע באמצעות קוד Pairing, ולאחר מכן נבדק מצב החיבור.

שאלה 4. איזו בדיקה יש להשלים לפני הרצת תוכנית על רחפן Apex G149?

- א. לוודא רק שהדפדפן פתוח והתוכנית שמורה.
- ב. לבדוק רק את מצב הסוללה ושהרחפן מופעל.
- ג. לבדוק תקינות הרחפן, מצב הסוללה, אזור טיסה, חיבור במצב Connected וערכי תוכנית מתאימים.
- ד. לבדוק רק שהרחפן מחובר לרשת ה-Wi-Fi.

תשובה נכונה: ג'

הסבר: בדיקת מוכנות כוללת גם את הציוד והסביבה וגם את התקשורת והתוכנית. שילוב הבדיקות מונע הפעלה בתנאים לא בטוחים או ללא חיבור תקין. לכן, לפני הפעלה יש לבדוק את תקינות הרחפן, הסביבה, התקשורת והתוכנית.

פרק 3 - פקודות בסיסיות ותנועת הרחפן

שאלה 5. איזו תנועה מתארת פקודת Yaw?

- א. עלייה וירידה באמצעות שינוי הדחף.
- ב. הטיית הרחפן קדימה ואחורה.
- ג. הטיה צדית ימינה ושמאלה.
- ד. סיבוב הרחפן סביב הציר האנכי ושינוי כיוון החזית.

תשובה נכונה: ד'

הסבר: Yaw משנה את כיוון החרטום באמצעות סיבוב סביב הציר האנכי. הוא שונה מ-Pitch, Roll ו-Throttle, המתארים תנועות אחרות.

שאלה 6. בבלוק תנועה הפועל במשך זמן קבוע, מה צפוי לקרות כאשר מעלים את ערך המהירות?

- א. הרחפן יעבור בדרך כלל מרחק גדול יותר.
- ב. הרחפן יעבור בדרך כלל מרחק קטן יותר.
- ג. הרחפן יעבור תמיד אותו מרחק.
- ד. השינוי ישפיע רק על גובה הטיסה.

תשובה נכונה: א'

הסבר: כאשר משך הפעולה נשאר קבוע, הגדלת ערך המהירות גורמת בדרך כלל להגדלת המרחק שעובר הרחפן. לכן מבצעים ניסויי כיוול ובוחרים ערך שאינו חורג מאזור הטיסה.

פרק 4 - לולאות, משתנים ותכנון תוכניות

שאלה 7. מדוע מומלץ להשתמש ב-Repeat כאשר אותו רצף פקודות חוזר מס' פעמים?

- א. כדי לקצר את התוכנית ולהימנע משכפול של אותם בלוקים, ולצמצם טעויות בתוכנית.
- ב. כדי לקבוע את מהירות הרחפן.
- ג. כדי לשנות את כיוון הרחפן ללא פקודת סיבוב.
- ד. כדי להפעיל את החיישנים בתחילת המשימה.

תשובה נכונה: א'

הסבר: Repeat מאפשר לבצע אותו רצף פעולות מספר פעמים וכך ליצור תוכנית קצרה, ברורה ויעילה יותר.

שאלה 8. מהי זווית הפנייה החיצונית המתאימה למסלול מחומש משוכלל, כאשר פקודת הסיבוב תומכת בהגדרת זווית?

- א. 36 מעלות.
- ב. 60 מעלות.
- ג. 72 מעלות.
- ד. 120 מעלות.

תשובה נכונה: ג'

הסבר: למסלול פוליגון בעל n צלעות מחשבים זווית פנייה חיצונית לפי 360 חלקי n . לכן במחומש: 360 חלקי 5 שווה 72 מעלות.

פרק 5 - תנאים ושימוש בתנאי חיישנים

שאלה 9. מה ההבדל בין IF לבין IF-ELSE?

- א. IF בודק תנאי ומבצע פעולה אם הוא מתקיים; IF-ELSE מבצע פעולה חלופית אם התנאי אינו מתקיים.
- ב. IF מיועד לתנועה בלבד ו-IF-ELSE מיועד לנחיתה בלבד.
- ג. IF-ELSE מבטל את הצורך בחיישנים ובמשתנים.
- ד. אין הבדל; שתי הפקודות תמיד מבצעות את שני הענפים.

תשובה נכונה: א'

הסבר: מבנה IF מאפשר פעולה מותנית אחת, אם התנאי מתקיים מתבצעת פעולה אחת. IF-ELSE מגדיר מה לעשות במקרה ההפוך, כלומר מגדיר את הפעולה שתבצע כאשר התנאי אינו מתקיים.

שאלה 10. איזו תגובה מתאימה לתוכנית שבה חיישן ToF מזהה מכשול הנמצא במרחק קטן מסף הבטיחות שנקבע, מה נכון שהתוכנית תעשה?

- א. להמשיך באותו מסלול ללא שינוי.
- ב. לגביר את המהירות כדי לעבור את המכשול.
- ג. לעצור, לרחף או לשנות כיוון בהתאם לתכנון.
- ד. להגדיל את מס' החזרות בלולאה.

תשובה נכונה: ג'

הסבר: ToF יכול לספק נתון מרחק כאשר החיישן והפקודה נתמכים. תנאי המשווה את המרחק לסף מאפשר להגיב לפני התקרבות מסוכנת למכשול.

פרק 6 - ניווט במרחב באמצעות מערכת צירים

שאלה 11. איזו התאמה בין הצירים לתנועה נכונה לפי התוכנית?

- א. X - שינוי גובה; Y - סיבוב; Z - תנועה קדימה.
- ב. X - קדימה ואחורה; Y - ימינה ושמאלה; Z - שינוי גובה.
- ג. X - מצב הסוללה; Y - מהירות; Z - מספר חזרות.
- ד. שלושת הצירים מתארים רק סיבוב סביב החרטום.

תשובה נכונה: ב'

הסבר: במערכת הקואורדינטות המתוארת, X מייצג בדרך כלל קדימה ואחורה, Y תנועה צדדית ו- Z גובה. לפני תרגול יש לוודא סימנים ויחידות בגרסה שבשימוש.

שאלה 12. מדוע כדאי לבצע את פקודת $go\ to\ XYZ$ מס' פעמים ולא להסתמך על הרצה יחידה של המסלול?

- א. כי נקודת ההתחלה אינה משפיעה כלל על המסלול.
- ב. כי הפקודה משנה את יחידות המדידה בכל הרצה.
- ג. כי דיוק המסלול עשוי להשתנות עקב כיול, זרמי אוויר, מצב סוללה, החלקה ורעש חיישנים.
- ד. כי לא ניתן למדוד את מיקום הרחפן לאחר הטיסה.

תשובה נכונה: ג'

הסבר: גורמים פיזיים וחישוביים עלולים לגרום לשינויים בין הרצות. לכן מבצעים מספר ניסויים, מודדים סטייה ומשווים בין נקודת היעד לנקודת הסיום.

פרק 7 - תכנון וביצוע מסלולי טיסה מתקדמים

שאלה 13. מהי דרך העבודה הנכונה כאשר Curve או Waypoints אינם נתמכים בגרסת הרחפן?

א. לוותר על תכנון המסלול כולו.

ב. לבנות מסלול דומה באמצעות מספר קטעי תנועה קצרים ולבדוק אותו בסביבה הווירטואלית.

ג. להריץ את הפקודה בכל זאת ברחפן אמיתי.

ד. להחליף את כל פקודות התנועה בפקודת נחיתה.

תשובה נכונה: ב'

הסבר: התוכנית מדגישה התאמה ליכולות הגרסה. כאשר פקודה מתקדמת אינה זמינה, ניתן לבנות מסלול דומה באמצעות קטעי תנועה קצרים ולבחון את התוצאה בסביבה הווירטואלית.

פרק 8 - אינטגרציה, בדיקות ותיעוד

שאלה 14. מהו סדר הבדיקות המדורג המתאים לפני הרצה מלאה ברחפן אמיתי?

א. הרצה מלאה, בדיקה לוגית, מחיקת התוכנית ותיעוד.

ב. בדיקה לוגית, בדיקה וירטואלית, בדיקת תת-משימות ורק לאחר מכן הרצה מלאה באזור בטוח.

ג. בדיקת הסוללה בלבד ולאחריה הרצה במהירות מרבית.

ד. תיעוד התוצאה לפני בניית הקוד.

תשובה נכונה: ב'

הסבר: המעבר מבדיקה ללא הרצה, דרך סימולטור ותת-משימות, אל הרחפן האמיתי מאפשר לאתר שגיאות מוקדם ולצמצם סיכון.

שאלה 15. איזה שינוי מתאים לתהליך Debugging שיטתי לאחר שהמסלול סטה מהתכנון?

א. לשנות בו-זמנית מהירות, גובה, מספר חזרות וכיוון.

ב. להשאיר את כל הערכים ללא שינוי ולאסוף תוצאה נוספת בלבד.

ג. לשנות בכל ניסוי פרמטר אחד, להריץ מחדש ולהשוות לתוצאה הקודמת.

ד. למחוק את התיעוד כדי לא להיות מושפעים מההרצה הקודמת.

תשובה נכונה: ג'

הסבר: שינוי של משתנה אחד בכל פעם מאפשר לזהות מה גרם לשיפור או להרעה. תיעוד ההרצות הופך את הבדיקה להשוואה מבוססת ולא לניחוש.

חלק ב - שאלות פתוחות

5 שאלות | לכל שאלה תשובה נכונה מוצעת והסבר

פרקים 1-2: תכנון, חיבור ובטיחות

שאלה 16. לפני הרצת תוכנית ראשנה ב-UAVPROG Academy על רחפן Apex G149 יש לבצע מספר שלבים.

- מה מומלץ לעשות עם התוכנית לפני שמעבירים אותה לרחפן אמיתי?
- מהו תפקידה של תוכנת Link UAVPROG?
- ציינו שתי בדיקות בטיחות שיש לבצע לפני הפעלת הרחפן.

תשובה מוצעת 1:

- לבנות את התוכנית ולבדוק אותה תחילה בסביבה הווירטואלית, ולתקן שגיאות במידת הצורך.
- Link UAVPROG יוצרת תקשורת בין סביבת העבודה בדפדפן לבין הרחפן.
- לדוגמה: לבדוק שהסוללה טעונה, שהרחפן והמדחפים תקינים, שאזור הטיסה פנוי ושהחיבור פעיל.

תשובה מוצעת 2:

הגדרת מטרה ורצף פעולות; בניית התוכנית בבלוקים; בדיקה ותיקון בסביבה הווירטואלית; פתיחת Drone Lab; הפעלת Link UAVPROG והזנת קוד Pairing; חיבור לרשת ה-Wi-Fi של הרחפן; וידוא מצב Connected; בדיקת סוללה, מדחפים, מסגרת, משטח ישר ואזור פנוי; הרצה במהירות מתאימה ונחיתה בטוחה.

הסבר: השאלה בודקת הבנה של כל שרשרת העבודה - מהרעיון ועד ההפעלה. דילוג על שלב תכנון, תקשורת או בטיחות עלול לגרום לתוכנית שגויה או להפעלה לא בטוחה.

פרק 4 - לולאות ומשתנים

שאלה 17. תכנון תוכנית לטיסת רחפן במסלול משושה באמצעות Repeat ומשתנים. ציינו:

- א. אילו ערכים תשמרו במשתנים?
 - ב. כמה חזרות תבצע הלולאה?
 - ג. מה תהיה זווית הפנייה החיצונית?
- תשובה נכונה (תשובה מוצעת):

- א. אפשר לשמור במשתנים את מהירות הטיסה, משך או מרחק התנועה ומספר החזרות.
 - ב. בתוך Repeat מבצעים תנועה לצלע אחת ולאחריה פנייה של 60 מעלות. הלולאה חוזרת 6 פעמים.
 - ג. זווית הפניה תהיה שווה ל-: $360^\circ / 60^\circ = 60^\circ$
 - ד. בסיום מוסיפים עצירה או נחיתה ובודקים את המסלול תחילה בסימולטור.
- הסבר: השימוש בלולאה מבטא את הדפוס החוזר של המשושה, והמשתנים מאפשרים לשנות את גודל המסלול או מהירותו במקום אחד ולשמור על קוד קצר וקריא.

פרק 5 - תנאים וחיישנים

שאלה 18. בנו לוגיקה למשימת בטיחות המשתמשת בנתוני Battery ובחיישן ToF, כאשר הוא נתמך בגרסה. הסבירו:

- א. מה צריכה התוכנית לעשות אם אחוז הסוללה נמוכה מסף הבטיחות שנקבע?
- ב. מה צריכה התוכנית לעשות אם חיישן ToF מזהה מכשול קרוב מדי?

תשובה נכונה (תשובה מוצעת):

- א. לפני ההמראה בודקים באמצעות IF אם אחוז הסוללה גבוה מסף הבטיחות שנקבע. אם אינו עומד בסף, ואחוז הסוללה נמוך מהסף יש לעבור לנחיתה מבוקרת בהתאם לשלב שבו נמצא הרחפן.
 - ב. במהלך המסלול בודקים את מרחק ToF; אם המרחק קטן מהסף: יש לעצור, לרחף או לשנות כיוון בהתאם לתכנון המשימה, אחרת ממשיכים. יש לקבוע ספים מראש ולבדוק כל תנאי בנפרד.
- הסבר: תשובה נכונה משלבת נתוני חיישנים עם החלטות מוגדרות. המטרה אינה רק לקרוא טלמטריה, אלא להפוך אותה לפעולת בטיחות אוטונומית.

פרקים 6-7 - קואורדינטות ומסלול מתקדם

שאלה 19. תכננו מסלול הכולל נקודת התחלה ושלוש נקודות יעד במערכת XYZ.

- אילו שלושה ערכים יש להגדיר לכל נקודת יעד?
- כיצד ניתן לבדוק את דיוק המסלול לאחר ההרצה?
- א. כיצד נכון לשפר את המסלול אם קיימת סטייה מהיעד?

תשובה מוצעת 1:

א. ערכי Z, Y, X

ב. להשוות בין נקודת היעד לבין נקודת הסיום ולבצע מספר הרצות.

ג. לשנות בכל פעם פרמטר אחד, להריץ שוב ולהשוות לתוצאה הקודמת.

תשובה מוצעת 2: יש לסמן תרשים של נקודת התחלה ושלוש נקודות לפי סדר; לרשום לכל נקודה ערכי X, Y ו- Z ; לוודא סימנים, יחידות וגבולות אזור הטיסה; להשתמש ב- XYZ go to כאשר הפקודה נתמכת; להוסיף עצירות לפי הצורך ולסיים בנחיתה. מבצעים כמה הרצות, מודדים בכל פעם את הסטייה בין היעד לנקודת הסיום, מתעדים ומשנים פרמטר אחד בלבד בכל ניסוי.

הסבר: מדידת כמה הרצות נדרשת משום שכיול, זרמי אוויר, מצב סוללה ורעש חיישנים משפיעים על הדיוק. שינוי מבוקר מאפשר לזהות את מקור השיפור.

פרק 8 - אינטגרציה, בדיקות ותיעוד

שאלה 20. בפרויקט מסכם נבנתה תוכנית המשלבת תנועה, לולאה, משתנה, תנאי ונתון חיישן.

- א. ציינו שלושה שלבי בדיקה שיש לבצע לפני הרצה מלאה של התוכנית ברחפן.
- ב. ציינו שני פרטים שכדאי לשמור בתיעוד הפרויקט.
- ג. ציינו שני מדדים שבעזרתם ניתן לבדוק אם הפרויקט הצליח.

תשובה מוצעת 1:

- א. לדוגמה: בדיקה לוגית של התוכנית, הרצה בסביבה הווירטואלית, בדיקת חלקי המשימה בנפרד, ורק לאחר מכן הרצה מלאה באזור בטוח.
- ב. לדוגמה: מטרת המשימה, ערכי מהירות או קואורדינטות, שינויים שבוצעו ותוצאות ההרצות.
- ג. לדוגמה: השלמת המשימה, בטיחות, דיוק המסלול, יציבות או זמן הביצוע.

תשובה מוצעת 2: התהליך צריך לכלול בדיקה לוגית של סדר הבלוקים והערכים; הרצה וירטואלית; בדיקה נפרדת של המראה ונחיתה, קטעי תנועה, לולאה ותנאי; הרצה מלאה ברחפן באזור בטוח ובמהירות נמוכה; ושיפור באמצעות שינוי פרמטר אחד בכל פעם. בתיעוד נשמרים מטרת המשימה, תרשים, גרסאות, ערכי מהירות או קואורדינטות ותוצאות. המדדים יכולים לכלול השלמה, בטיחות, דיוק, יציבות, זמן, קריאות הקוד ויכולת להסביר החלטות.

הסבר: פרויקט מסכם נבחן גם לפי התוצאה וגם לפי איכות תהליך הפיתוח. תיעוד מסודר מאפשר להוכיח מה נוסה, מה השתנה ומדוע התוכנית השתפרה.